

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCELA OLIVEIRA MOREIRA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC – NA OPERAÇÃO
DE UMA EMPRESA DO SETOR LÁCTEO

ITUIUTABA

2019

MARCELA OLIVEIRA MOREIRA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC – NA OPERAÇÃO DE
REDUÇÃO DE DEFEITOS DE QUALIDADE DE UMA EMPRESA DO
SETOR LÁCTEO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira de
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Batista
Penteado

ITUIUTABA

2019

MARCELA OLIVEIRA MOREIRA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC – NA OPERAÇÃO DE
REDUÇÃO DE DEFEITOS DE QUALIDADE DE UMA EMPRESA DO
SETOR LÁCTEO

Trabalho de Conclusão de Curso,
aprovado para obtenção do diploma de
Engenheira de Produção na Faculdade
Federal de Uberlândia, campus FACIP
pela banca examinadora formada por:

Ituiutaba, ____ de _____ de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Ricardo Penteado (orientador), UFU

Lucio Abimael Medrano Castillo, UFU

Luís Fernando Magnanini de Almeida, UFU

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade estudar as causas principais da conformidade do produto perfeito em duas linhas de produção de uma empresa do setor lácteo, localizada em Ituiutaba, Minas Gerais. Será utilizado a metodologia DMAIC e TPM, sendo o tema abordado definido pela avaliação dos indicadores incapazes de alcançar a meta determinada. Os esforços foram direcionados para finalização das ações primordiais que, através da coleta e análise de dados foram mapeadas, propiciando reduções significativas voltadas para o índice de paradas não planejadas, número de reclamações e ocorrências do defeito por hora líquida nas linhas de produção.

Palavras-chave: DMAIC. Gráfico de Pareto. Ferramenta 5W1H.

ABSTRACT

The present work has as main objective the evaluation of the performance in two production lines of a company of the dairy sector, located in Ituiutaba, Minas Gerais. A DMAIC methodology will be used, based on the idea of defining, measuring, analyzing, implementing and controlling, controlling, analyzing and identifying the root of the problem. The subject was elaborated for the evaluation of the main performance indicators. The methodology allows you to come under the control of the organization so that it has all the expected monthly and annual objectives. Efforts were made to finalize the primordial actions that, through the collection and analysis of data, were mapped, providing voltage reductions for the unplanned shutdown rate, number of complaints and occurrences of the defect per hour on the production lines.

Keywords: DMAIC. Pareto Chart. Tool 5W1H.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia DMAIC	13
Figura 2 - Definição de Meta SMART	26
Figura 3 - Estratificação do Problema	28
Figura 4 - Diagrama de Ishikawa.....	35
Figura 5 - Matriz SWOT.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Primeira Causa Raíz	30
Tabela 2 - Segunda Causa Raíz	32
Tabela 3 - Terceira Causa Raíz	34
Tabela 4 – Avaliação das Iniciativas como Relevantes e Não Relevantes.....	Erro!
Indicador não definido.	
Tabela 5 - Análise dos 5 Porquês para as análises relevantes	36
Tabela 6 - Plano de Ação	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Histórico de Reclamações/PPM	25
Gráfico 2 - Histórico de Caixas Danificadas/Horas Líquidas de Produção	25
Gráfico 3 - Definição da Meta	27
Gráfico 4- Gráfico de Pareto Por Turno	29
Gráfico 5 - Box Plot de Tempo de Experiência	30
Gráfico 6 - Gráfico de Pareto por Fornecedor	32
Gráfico 7 - Gráfico de Pareto por Etapa do Processo	33
Gráfico 8 - Gráfico de Pareto por Fases da Etapa 1	33
Gráfico 9 - Gráfico de Pareto Por Fases da Etapa 2	34
Gráfico 10 - Histórico de Caixas Danificadas das Após o Projeto	42
Gráfico 11 - Histórico de Reclamação/PPM Após o Projeto	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FTA	
TPM	Fault Tree Analysis
PPM	Total Productive Maintenance
ISO	Partes por Milhão
	International Organization for Standardization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	11
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	12
1.2.1	Objetivo geral.....	12
1.2.2	Objetivos específicos.....	12
1.3	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	13
1.4	RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	13
1.5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	15
2.2	METODOLOGIA DMAIC.....	16
2.2.1	Fase Definir	16
2.2.2	Medir	16
2.2.3	Analisar.....	17
2.2.4	Melhorar	17
2.2.5	Controlar.....	17
2.3	FERRAMENTAS DA TECNOLOGIA DMAIC.....	18
2.3.1	Project Charter	18
2.3.1	Mapeamento de processos	18
2.3.2	Ferramenta Sipoc.....	19
2.4	FERRAMENTAS DE QUALIDADE	19
3	MÉTODOS DE PESQUISA.....	21
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	21
3.1.1	Quanto à natureza.....	21
3.1.1	Quanto aos Métodos	21
3.1.2	Quanto aos objetivos	21
3.1.3	Quanto aos procedimentos	22
3.1.4	Classificação da Pesquisa.....	22
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS.....	23
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS.....	23
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	24
3.4.1	Definir	24
3.4.1	Medir	28
3.4.2	Analisar.....	35
3.4.3	Implementar.....	39
3.4.4	Controlar	42
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
4.1	CONCLUSÃO DO TRABALHO	44
4.2	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	44
4.3	TRABALHOS FUTUROS	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificativa

Atualmente, frente às competitividades exigidas pelo mercado interno e externo, as empresas em geral estão sempre à procura de proporcionar respostas rápidas às exigências estabelecidas pelos consumidores para que a renda seja a mais crescente possível. Para isso, estão sempre buscando soluções que maximizem a produtividade, minimizem os custos e potencialize, cada vez mais, a satisfação de seus clientes.

O aumento da qualidade nos processos das empresas é primordial para que as mesmas possam se manter competitivas. Segundo Armand Vallin Feigenbaum, um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente de forma confiável, acessível e segura às necessidades do cliente.

No presente, a qualidade tornou-se, não apenas um setor exigido na empresa, mas sim, um setor de extrema responsabilidade que possui como principal objetivo a perfeição frente ao fornecimento de todas as matérias primas necessárias para que as linhas produtivas não sejam interceptadas. Além disso, possui por competência, o cumprimento pontual de todas as exigências relacionadas ao produto final definido em seu escopo, para que sejam atendidos todos os requisitos, sejam eles legais, internos e externos.

A metodologia TPM veio ao encontro com as necessidades impostas pelo mercado, visto que defende princípios como manter um excelente trabalho em equipe, focado apenas em um objetivo primordial, exigindo a tendência à zero perdas em todos os setores (VERGARA, 2000, p.46-49).

Essa metodologia está diretamente relacionada com o funcionamento otimizado das linhas através de planos de manutenção extremamente definidos e planejados, para que possíveis imprevistos e defeitos ocasionados pelo processo possam ser devidamente evitados, o que, conseqüentemente, reduziria ao máximo as paradas não planejadas das linhas de produção e possíveis quebras imprevistas que ocasionaram perdas de qualidade e, conseqüentemente, retrabalhos ou perdas crônicas no processo.

Além disso, a ferramenta DMAIC que está incorporada pelo Seis sigma vai ao encontro com as necessidades da organização. É uma metodologia focada na

melhoria de processos existentes através de análises estatísticas e seu objetivo final é proporcionar ganhos financeiros para empresas, sejam eles através de custos evitados ou do próprio aumento de eficiência produtiva ((ROTANDARO, 2006).

Outro ponto extremamente importante que deve ser levantado são os possíveis *savings* que essas ferramentas ocasionarão caso as mesmas sejam utilizadas para qualquer tipo de melhoria. Estes, devem estar alinhados de forma clara, objetiva e concisa com os objetivos da organização como um todo, visto que estão diretamente ligados com custos financeiros que proporcionarão possíveis influências nos lucros organizacionais.

O objetivo da empresa é conseguir atender seus consumidores de forma com que seus produtos garantam uma segurança dos alimentos exemplar, o que ocasionará satisfação significativa de seus consumidores, sem que isto gere impactos ao meio ambiente e na segurança de seus colaboradores.

Visto isso, o projeto de Redução de Caixas Danificadas está diretamente interligado com a missão, visão e valores da empresa, devido ao fato deste defeito ocasionar produtos que apresentem danos visuais, alterações nas especificações do produto e desvios quanto à legislação, por não cumprimento das especificidades exigidas. Pelo atingimento da meta definida no escopo do projeto, é possível reduzir uma anormalidade que deve ser evitada dentro das expectativas da empresa, evidenciando um alinhamento com os objetivos principais da organização como um todo.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho apresentado refere-se a redução de Caixas Danificadas, devido ao alto impacto na qualidade do produto esperado, eficiência das linhas de produção e satisfação dos consumidores finais.

1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo específico refere-se a aplicação da metodologia Seis Sigma, utilizando ferramentas da metodologia DMAIC em conjunto com ferramentas de qualidade em uma empresa do setor lácteo, com a finalidade de definir as causas principais da ocorrência de caixas danificadas, que acarretam outros defeitos,

propiciando a insatisfação dos clientes, paradas de processo, perdas de materiais e retrabalhos ou varreduras.

1.3 Procedimento metodológico

A metodologia que será utilizada é proporcionada pelo processo de melhoria Seis Sigma, determinada pela ferramenta DMAIC, onde as etapas definidas seguem a estrutura da Figura 1:

Figura 1 - Metodologia DMAIC



Fonte: Bridge Consulting

Esta sistemática será utilizada devido ao caráter quantitativo da pesquisa abordada, pois o objetivo do projeto é compreender os fenômenos reunindo dados numéricos, que possibilitem a identificação de preferências e comportamentos dos indivíduos e grupos envolvidos.

1.4 Relevância da pesquisa

A metodologia TPM é um conjunto de atividades cujo compromisso está voltado para indústrias que tenham interesse em atingir a máxima eficácia do seu sistema de produção e, assim, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes, tendo sempre em vista a perda Zero (NAKAJIMA, 1989).

No âmbito da metodologia TPM, a mesma defende que toda e qualquer organização deve possuir um excelente trabalho em equipe, alcançar a zero perdas e possuir apenas um objetivo principal, prevalecer o foco nos indicadores que não estão atendendo as expectativas do processo. Este projeto está diretamente relacionado com perdas de matérias primas e, conseqüentemente, de produtos finais; além de estar devidamente alinhado com o objetivo da empresa de fornecer alimentos saudáveis para a sociedade. Visto isso, com a implementação das ações que foram

levantadas, resultará em uma minimização dos custos desperdiçados e proporcionará um caminho mais assertivo para o objetivo geral determinado pela empresa.

1.5 Delimitação do trabalho

As particularidades do projeto estão diretamente ligadas com as causas que ocasionam as ocorrências dentro do escopo da empresa, não existindo estudos voltados para transporte, pois não existe um controle assíduo de qualidade diante dessa variável, devido às diversas possibilidades de fatores que possam ocasionar o problema em questão estudado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Serão apresentadas a seguir as principais referências utilizadas para a construção do presente trabalho:

2.1 Metodologia Seis Sigma

O Seis Sigma surgiu em 1980, na Motorola, através do engenheiro Bill Smith, que foi o grande responsável pelo desenvolvimento do programa, segundo Carpinetti (2010). Posteriormente, Mikel Harry e Richard Schroeder, profissionais especializados em qualidade, foram responsáveis pela difusão do programa de melhoria para outras organizações e conseqüentemente para o mundo. Ele é fundamentado na melhoria, objetiva aumentar a qualidade e reduzir os custos da não qualidade tendo sido aplicado com sucesso por grandes empresas.

Segundo Welch (2005), Seis Sigma é um programa de qualidade que propicia melhoria na experiência dos clientes, redução nos custos e desenvolvimento de melhores líderes. Esses resultados são obtidos através da resolução de problemas organizacionais para que se mitigue a inconstância nos produtos ou serviços. Dessa forma, o autor defende que tal método deve ser visto como uma cultura a ser implementada que vise a contínua melhoria de sua performance em geral.

Perez-Wilson (2003), afirma que desde a origem do Seis Sigma, o mesmo está ligado a redução da variação, que é representada pelo símbolo Sigma (σ), que faz parte do alfabeto grego e é utilizado em estatística para simbolizar o desvio-padrão de uma população.

Complementa Montgomery e Woodall (2014), que o fator determinante no sucesso da metodologia Seis Sigma consiste no seu foco em reduzir a variação de características cruciais e críticas do produto ou serviço sobre um alvo especificado, em um nível em que o acontecimento de um defeito ou falha seja praticamente inverossímil.

De acordo com Sokivic et al. (2005); Antony e Banuelas, (2004); Fernandes, (2012), o Seis Sigma possui como “esqueleto” principal o método de resolução de problemas DMAIC, que se faz fundamental para implementação do programa, onde cada letra constitui uma fase do método.

2.2 Metodologia DMAIC

O DMAIC é uma metodologia que integra o conjunto de aplicação do Seis Sigma e tem como objetivo a melhoria de processos já existentes. Sua proposta é eficaz no aumento da produtividade, redução de custos, melhoria em processos industriais, administrativos e outros (ROTONDARO, 2002).

O DMAIC (*Define* – definir), (*Measure* – medir), (*Analyze* – analisar), (*Improve* – melhorar), (*Control* – controlar) é uma metodologia de solução de problemas que objetiva realizar melhorias em produtos, serviços e processos para projetá-los e/ou reprojetá-los. Ela foi desenvolvida com base no PDCA (*Plan* – planejar), (*Do* – executar), (*Check* – verificar), (*Action* – Agir), utilizado para manutenção, melhoria e inovação de produtos, serviços e processos, ambos são métodos mundialmente conhecidos e utilizados pela maioria das companhias americanas que fazem uso do Programa Seis Sigma (AGUIAR, 2012).

As fases da metodologia DMAIC buscam definir as oportunidades de melhoria, medir os desvios através dos dados coletados, analisar as informações obtidas, introduzir melhorias no processo e ter o controle do processo melhorado (ANDRIETTA; MIGUEL, 2002):

2.2.1 Fase Definir

De acordo com Duarte (2011), esta fase consiste na definição do problema, devendo esta ser a mais específica possível do projeto. Ainda de acordo com o autor, na etapa Definir os problemas prioritários devem ser selecionados para se trabalhar, de acordo com a formulação estratégica da empresa (na qual se considera ambiente interno e externo da organização, ameaças e oportunidades) e os problemas crônicos provenientes da rotina da empresa, por isso, faz-se relevante a realização de uma avaliação histórica do problema, como meio de justificar se o processo deve ou não se realizado e se o quanto ele deve ser melhorado.

2.2.2 Medir

Segundo Araújo (2012), a fase da medição corresponde à aplicação de ferramentas estatísticas para traçar o processo a ser analisado, proporcionando a construção de metas e resultados a serem alcançados, recomenda-se atenção nesta fase, quanto mais tempo gastar nesta etapa, mais fácil será resolver o problema.

Nesta fase do DMAIC a ferramenta da qualidade Gráfico de Pareto pode ser utilizada para tornar evidente e visual os problemas.

2.2.3 Analisar

De acordo com Duarte (2011), a etapa de analisar apresenta-se relacionada ao problema prioritário, buscando encontrar as causas fundamentais que foram responsáveis pela detecção do problema a ser sanado nas organizações. Embasando-se nos estudos realizados por Araújo (2012), o conceito de análise apresentado em relação ao DMAIC, refere-se a partir do uso de ferramentas da qualidade para a identificação da causa da raiz do problema definido, evitando identificar consequências no lugar de causas. O diagrama de causa e efeito traz um bom resultado nesta fase, auxiliando na análise e buscando as causas que contribuem para o efeito indesejado do problema.

2.2.4 Melhorar

Para que ocorram melhorias, faz-se necessário que sejam realizados projetos pilotos que permitem ajustes em processo para que, por meio dos resultados obtidos, possam ocorrer as melhorias esperadas em relação à implantação (DUARTE, 2011). Dessa maneira, Araújo (2012) ressalta que, é comum a utilização de ferramentas estatísticas para melhoria dos processos e proposição de ações para correção do problema alvo.

2.2.5 Controlar

Esta fase pode ser compreendida como sendo os procedimentos para garantir a manutenção dos resultados alcançados. Para Duarte (2011), o principal objetivo é controlar os processos existentes, aplicar medições com o intuito de monitorar o andamento dos processos e antecipar ações corretivas e de prevenção de desvios. Busca-se manter as melhorias por meio das modificações nos sistemas, estruturas e processos que se encontram implantados na organização.

Complementam Kwak e Anbari (2015), que o DMAIC é um processo em circuito fechado que busca extinguir as etapas improdutivas do processo, foca em novas avaliações e aplica tecnologia para melhoria contínua. Com base no conteúdo

explicitado, o próximo tópico aborda as ferramentas metodológicas e a operacionalização do DMAIC com as ferramentas da qualidade.

2.3 Ferramentas da Tecnologia DMAIC

2.3.1 Project Charter

Werkema (2012) diz que o *Project Charter* é um documento que representa uma espécie de contrato firmado entre a equipe responsável pela condução do projeto e os gestores da empresa. A Tabela 1 apresenta um modelo de *Project Charter*.

Quadro 1 - Modelo de Project Charter

Título do Projeto	
Motivos da escolha do projeto	
Objetivo do Projeto (Meta)	
Limite do projeto	
Membros da Equipe	
Benefícios esperados ao cliente	

Fonte: Adaptado de Jirasukprasert (2014)

O *Project Charter* é um resumo do escopo do projeto, suas premissas, objetivos e o papel da equipe em tal projeto de melhoria (Jirasukprasert, 2014).

2.3.1 Mapeamento de processos

Formento, Braidot e Chiodi (2009) afirmam que um diagrama de mapa de processos é uma explicação visual de como o processo flui e se conecta. É uma sequência de passos, atividades e decisões que convertem entradas em saídas, sendo estas, produtos ou serviços. Os autores afirmam, que não existe apenas uma forma de representação de um mapa de processo, sendo que, a equipe deve escolher a representação que melhor se adapta aos requisitos de melhoria estabelecidos. Uma dessas formas é o SIPOC que será apresentado a seguir.

2.3.2 Ferramenta Sipoc

De acordo com Werkema (2012) o objetivo da ferramenta SIPOC é facilitar a visualização do principal processo envolvido no projeto Seis Sigma. A denominação SIPOC corresponde as iniciais, em inglês, de cada uma dessas palavras: Fornecedores (*Suppliers*), Insumos (*Inputs*), Processo (*Process*), Produtos (*Outputs*) e Consumidores (*Customers*).

Com uma visão mais clara do fluxo dos processos é possível realizar melhorias destes de modo que por futuras ações seja obtido um nível de qualidade ainda maior de acordo com as informações obtidas (DE ANDRADE, 2014).

Segundo George (2003), um diagrama SIPOC toma forma na primeira fase do projeto (Define), porém, seu impacto é sentido em todas as outras etapas do projeto de melhoria. Deve estar contido, portanto, em um diagrama SIPOC as seguintes informações:

- **Fornecedores:** Entidades que oferecem aquilo que é trabalhado, pode ser interno ou externo;
- **Entrada:** Informações ou materiais fornecidos;
- **Processo:** As etapas utilizadas para transferir, tanto que agregam valor, quanto as que não agregam valor;
- **Saída:** Produto, serviço ou informação enviada ao cliente;
- **Clientes:** O passo seguinte do processo ou cliente final (externo).

Para usar o modelo SIPOC é mais fácil reordenar os passos do modelo. Primeiramente, deve-se identificar as saídas e os resultados esperados do processo. A maioria das pessoas acredita ser mais fácil começar identificando a saída, o produto ou serviço final que o processo provê (FORMENTO, BRAIDOT E CHIOLDI, 2009).

2.4 Ferramentas de Qualidade

As ferramentas da qualidade são procedimentos que podem ser aplicados com o objetivo de determinar, verificar, analisar e propor soluções para problemas que interferem no bom desempenho dos processos, ajudando os grupos de trabalho com métodos e técnicas para identificação da causa raiz, através da análise de seus dados e fatos que antecederam ao problema (LUCINDA, 2010).

Giocondo (2011) apresenta o diagrama de Pareto e afirma que através dele é possível dividir problemas de qualidade (falhas nas máquinas, reclamações de clientes, itens defeituosos, perda de produtividade, entrega fora do prazo, etc.) em classes conforme sua relevância, demonstrando que 80% dos problemas são provenientes de 20% das causas, permitindo assim a determinação da prioridade e a visualização dos diversos problemas.

Já o Diagrama de Causa e Efeito tem como objetivo averiguar e indicar todas as causas possíveis de uma condição ou um problema específico. Um efeito pode ter diferentes causas em várias categorias, e podem ser divididas entre os 6M's: mão de obra, material, método, meio ambiente, medida e máquina. (PEINADO, GRAEML, 2007).

Peinado e Graeml (2007) afirmam que o Diagrama de Dispersão exibe o que acontece com uma variável quando a outra muda, para testar possíveis relações de causa e efeito. Os mesmos autores defendem que o histograma tem como objetivo apresentar a distribuição dos dados através de um gráfico de barras indicando o número de unidades em cada categoria.

Peinado e Graeml (2007) também afirmam que o Fluxograma tem como propósito identificar o caminho para um produto ou serviço com o intuito de identificar os desvios. Possui um padrão dinâmico com um início, meio e fim.

3 MÉTODOS DE PESQUISA

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, métodos, objetivos e procedimentos, evidencia Nascimento (2016).

3.1.1 Quanto à natureza

De acordo com Nascimento (2016), referente à natureza, uma pesquisa pode ser considerada básica ou Aplicada. No que refere-se a pesquisas básicas, tem-se o objetivo de gerar novos conhecimentos de avanço da ciência. Outrora, a Aplicada é destinada a geração de conhecimento para solução de problemas específicos.

3.1.1 Quanto aos Métodos

Nascimento (2016) também afirma que quanto aos métodos de pesquisa, a mesma pode ser classificada como qualitativa, ou seja, pesquisas mais direcionadas a área de ciências sociais pelo seu enfoque na interpretação de um conjunto de fenômenos observados e a particularidade dos mesmos; ou quantitativa, quando trata-se de análise de medidas estatísticas de dados.

Em contrapartida, as estudiosas Menga Lüdke e Marli André (1999) afirmam que uma pesquisa não possui apenas um desses métodos, mas sim ambos, visto que no momento da escolha das variáveis de uma pesquisa quantitativa, a qualitativa estaria sendo utilizada.

3.1.2 Quanto aos objetivos

No que refere-se aos objetivos, as pesquisas podem ser exploratórias, descritivas e explicativas.

Gil (1991) leciona que pesquisas exploratórias possuem o objetivo de facilitar o entendimento do explorador na construção de hipóteses e tomadas de decisão. Já no que refere-se a pesquisas descritivas, abrangem a concepção da descrição de características de diversas variáveis e a correlação entre elas. E, por fim, no que trata-se de pesquisas explicativas, temos o entendimento que são utilizadas para identificar atributos ou fatores que determinam a ocorrências de fenômenos.

3.1.3 Quanto aos procedimentos

Um dos procedimentos que podem ser utilizados é o estudo de caso. Na visão de Lüdke e André (1999), o mesmo assemelha-se mais a uma abordagem metodológica que a um tipo de procedimento específico. Trata-se, como o próprio nome reflete, do estudo de certo caso singular visando descobertas de fenômenos em determinados contextos.

Gil (1991) aborda a definição de pesquisa documental, em que defende que é uma técnica que permite estudar o problema a partir da expressão dos indivíduos. Já no que refere-se a pesquisa bibliográfica, o autor define a mesma como trabalhos onde os dados provêm apenas ou prioritariamente de referências teóricas.

Nascimento (2016) afirma a definição de levantamento sendo como pesquisas realizadas para conhecimentos e descrição de comportamentos por meio de perguntas diretas aos próprios indivíduos. E também define pesquisa *ex-post facto* sendo uma descoberta apenas após a observação ou ocorrência do experimento.

Na leitura de Haguette (1999), a pesquisa participante refere-se a concepção de uma investigação social decorrente de uma forte interação entre o pesquisados e o público alvo estudado.

Nascimento (2016) aborda que pesquisa experimental está voltada para o estabelecimento de objetos de estudo pelo pesquisador, juntamente com as variáveis que poderão influenciá-lo, definindo mecanismos e formas de controle para supervisionar os efeitos causados.

3.1.4 Classificação da Pesquisa

A partir das definições anteriormente citadas, a classificação da Pesquisa seguiu o evidenciado no Quadro 2:

Quadro 2 - Classificação da Pesquisa

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA			
Natureza	Problema	Objetivos	Procedimentos
Básica Aplicada	Quantitativa Qualitativa	Exploratória Explicativa Descritiva	<ul style="list-style-type: none"> - Bibliográfica - Documental - Experimental - Levantamento - Estudo de caso - Ex-post-Facto

- Pesquisa-ação
- Participante

Fonte: Autoria Própria (2019)

3.2 Técnicas de coleta de dados

Foram utilizadas três plataformas para avaliar os dados envolvidos no projeto estudado. Utilizou-se o sistema oficial da organização de apontamentos de paradas planejadas e não planejadas, no qual o foco voltou-se para as não programadas. Também foi utilizado o sistema oficial de atendimento ao consumidor para contabilização do número de reclamação de consumidores que, pelo fato do mesmo estar diretamente interligado com a produtividade da linha, é medido pela razão do número de reclamações em Partes por Milhão (PPM) produzido. E por fim, foi implementado um formulário de controle diário na linha de processo, no qual os apontamentos de ocorrências de caixas amassadas e danificadas que não gerassem paradas foram apontados.

3.3 Técnicas de análise de dados

Os dados foram analisados através de ferramentas estatísticas como Histogramas, Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, análise SWOT, 5W2H e 5 Porquês.

Histogramas refere-se a um tipo de gráfico que ilustra a forma de distribuição de dados quantitativos, o valor central dos mesmos e a dispersão.

O Gráfico de Pareto, também conhecido por curva ABC ou Gráfico 80/20, é a ferramenta utilizada para priorização e direcionamento do tema abordado onde proporcionará 80% de resultado focando em apenas 20% das principais causas. Após definir quais são as primordiais, foi utilizada a ferramenta dos 5 Porquês para encontrar as causas raízes do problema estudado, para que o foco principal do problema estivesse bastante explícito e o mais aprofundado possível.

Após essa determinação, utilizou-se o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de peixe, que é uma plataforma onde o principal objetivo é organizar as causas nas variáveis

principais do processo, sendo elas Material, Máquina, mão de Obra, Meio Ambiente, Medida e Método, para conseguir determinar as que seriam priorizadas através de uma análise SWOT. Esta, por sua vez, é uma matriz de correlação do Impacto e Esforço ocasionado por uma ação específica e, através desta, é direcionada a realização das ações àquelas em que foi encontrado um alto impacto e relativo baixo esforço. Após a definição das ações, utilizou-se a ferramenta 5W2H para realização de um checklist dos procedimentos que desencadearão a finalização das mesmas, ou seja, como será feita (*How*), quanto custará (*How Much*), o que (*What*), quando (*When*), onde (*Where*), por quem (*Who*) e porque (*Why*) será feito. Isso possibilitará um maior atingimento de realização das atividades em um menor espaço de tempo.

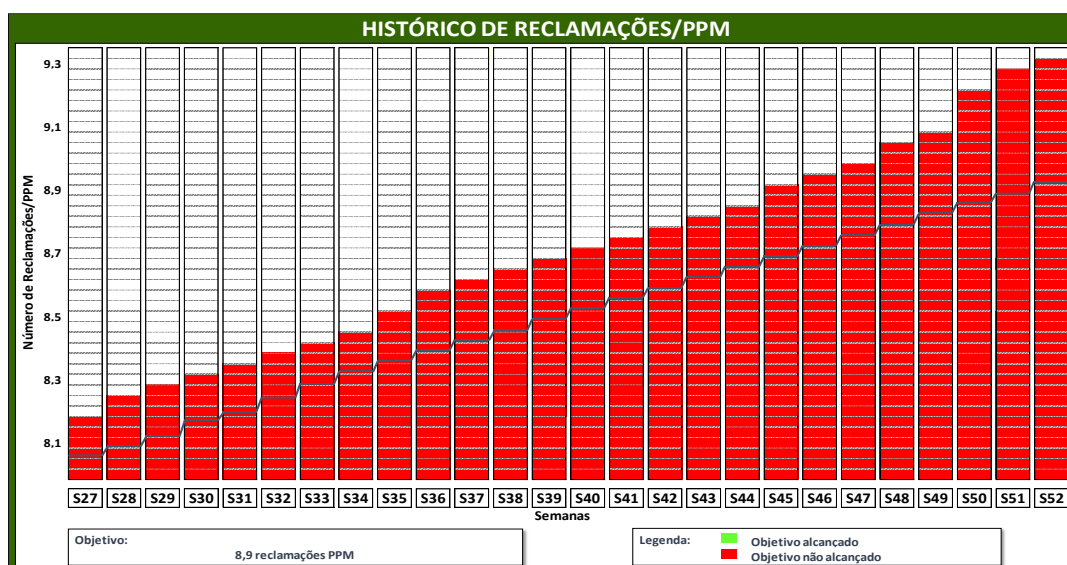
3.4 Procedimentos metodológicos

3.4.1 Definir

No primeiro momento do projeto, o objetivo era compreender o problema em questão, pois dessa forma, as outras etapas tornam-se mais simplificadas. É também definido a equipe que estaria envolvida, o cronograma das atividades e o possível ganho financeiro que o projeto resultaria.

Por esse motivo foi realizado um estudo dos dois indicadores que se apresentavam fora de meta determinada, que haviam correlação com o tema já definido. O primeiro, refere-se a razão do número de Reclamação de Bruckers por PPM de unidades produzidas. Os dados que alimentam este indicador foram computados a partir da quantidade de reclamações contabilizadas pelo setor de Finanças e Controle, pois eram os responsáveis do compilação de informações para autorizar a restituição do custo do produto. O Gráfico 1 apresenta o histórico do indicador, que deixa explícito a necessidade de ações de melhoria.

Gráfico 1 - Histórico de Reclamações/PPM



Fonte: Autoria Própria (2019)

Já o Gráfico 2, refere-se as quantidade de Caixa Danificadas em Linha por Hora líquida de Produção, retiradas automaticamente do sistema SAP e a quantidade de defeitos coletados são contabilizadas à partir do preenchimento diário manual dos colaboradores com supervisão dos apoios de processo por turno.

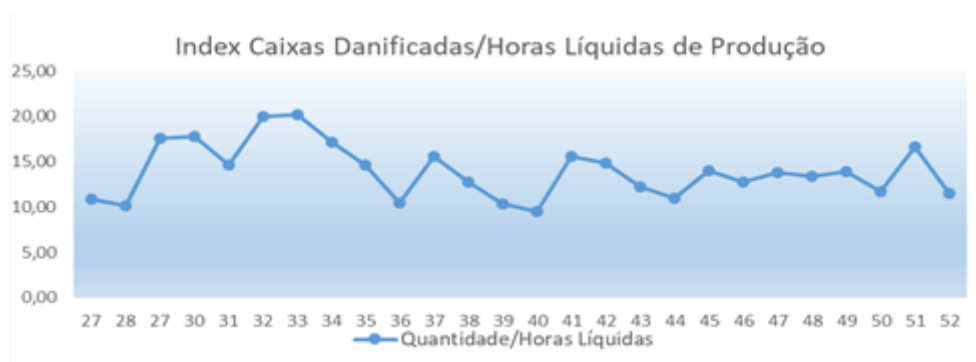


Gráfico 2 - Histórico de Caixas Danificadas/Horas Líquidas de Produção

Para validação e maior confiabilidade das informações foi feito um confronto da quantificação das perdas de materiais recorrentes deste modo de defeito, o que também propiciou a existência de maiores informações para o reporte final com relação a ganhos financeiros no Projeto.

Conforme evidenciado pelos indicadores anteriormente citados, foi definido que um dos motivos chaves para o não atingimento do esperado era o Defeito relacionado com Caixas Mal Coladas ou Danificadas. Visto isso, escolheu-se trabalhar com o foco

direcionado ao Segundo indicador, pois os resultados dos outros tornar-se-iam consequências.

Visto as definições, foi necessário a determinação da meta que deveria ser alcançada. Para isso, foram utilizadas algumas definições da metodologia Seis Sigma que propiciam a determinação de um objetivo real e alcançável.

3.4.1.1 Média Aritmética

Média é definida, estatisticamente, como o valor que determina para onde se encontram os dados de uma distribuição como o ponto de equilíbrio das frequências de um histograma. O cálculo da média é definido conforme Equação (1):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1)$$

Sendo n representa o número total de valores e xi cada valor, em que i = 1, 2, 3, ..., n.

3.4.1.2 Benchmarking

Frente a sequência de valores que forem estudados, o *benchmarking* é o melhor ponto. Em situações que o esperada representa um valor baixo, o *benchmarking* será o menor valor; em casos contrários, o maior.

3.4.1.3 Lacuna

Lacuna é o intervalo representado pela diferença entre a média e o *benchmarking*. A mesma é utilizada para a determinação da meta, visto a definição do que será otimizado na lacuna, consegue-se determinar o valor do objetivo que deverá ser alcançado no projeto.

3.4.1.4 Meta

Para se determinar a Meta do projeto, foi trabalhado o conceito de “Meta Smart”, ou seja, a definição da mesma deve respeitar os seguintes conceitos:

Figura 2 - Definição de Meta SMART



Fonte: Autoria Própria

O cálculo da meta refere-se inicialmente a determinação de um percentual de redução da lacuna que ocasionará, consequentemente, a redução do problema em questão. Esta é definida pelo líder responsável e possibilitará o cálculo da meta conforme equação (2) abaixo:

$$\text{Meta} = \text{Média} - (\text{Lacuna} * \% \text{Redução Lacuna}) \quad (2)$$

A partir desses conceitos, o projeto seguiu com a determinação de um percentual de redução da Lacuna de 70%, fazendo com a média da quantidade de Caixas Danificadas por Hora líquida de produção fosse reduzida em 22% passando de uma média de 14 caixas para 10 caixas por Hora, conforme Gráfico 3:

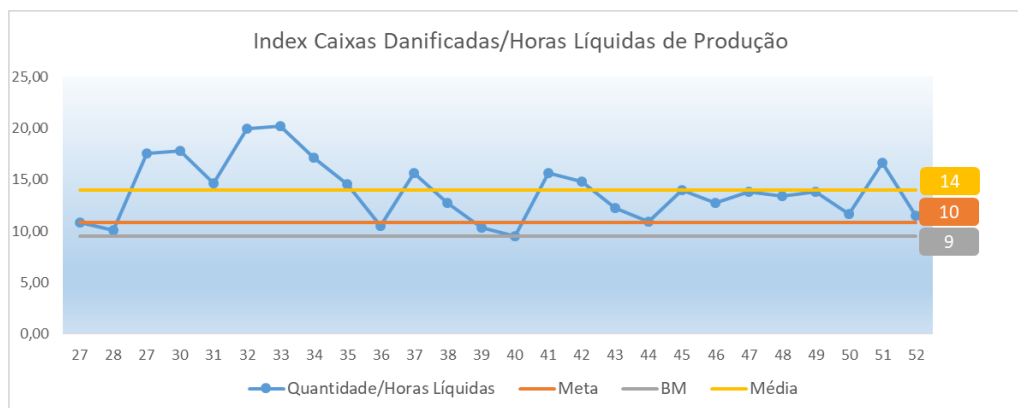


Gráfico 3 - Definição da Meta

Assim, pôde-se finalizar a etapa definir, pois todas as determinações exigidas na mesma, estavam bem definidas, conforme quadro 3.

Quadro 3 - Projeto Charter Caixas Danificadas

Título do Projeto	Redução de Quantidade de Caixas Danificadas Por Hora Líquida de Produção
Motivo da Escolha do Projeto	Alta reclamação dos Clientes Diretos e Alto Desperdício de Custos
Objetivo de Projeto	Reduzir as Quantidade de Caixas Amassadas por Hora em 21% a partir de Janeiro de 2019
Restrição do Projeto	Atuar apenas em causas internas
Membros da Equipe	Equipe multidisciplinar
Benefícios esperados ao cliente	Produtos com maior qualidade

Fonte: Autoria Própria

3.4.1 Medir

Nesta etapa foi estratificado o problema em grupos e subgrupos para conseguir um melhor direcionamento das ações que eram necessárias no projeto. Para isso foi necessário implementar uma coleta de dados focada para o problema para que as divisões sejam feitas corretamente.

No projeto, a coleta de dados seguiu a lógica definida pela ferramenta 5W1H conforme Quadro 4.

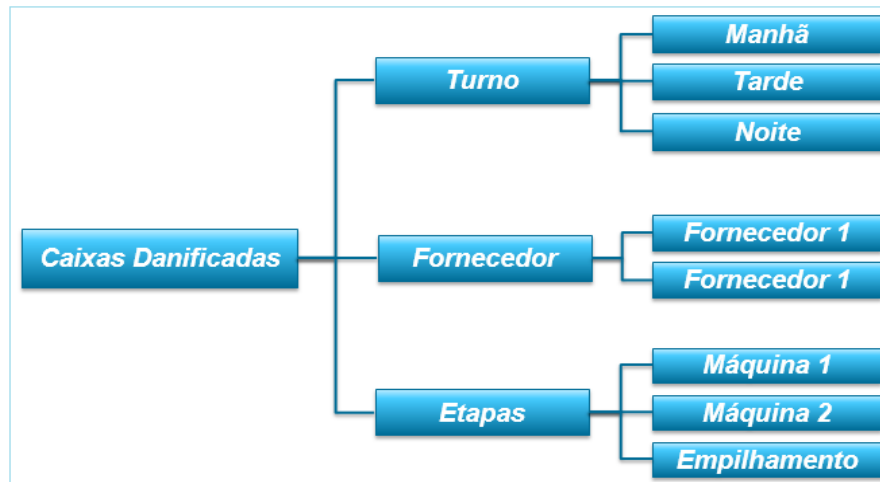
Quadro 4 - Plano de Coleta de Dados

Plano de Coleta de Dados (5W1H)							
Item	Quais dados coletar?	Qual a unidade de medida desses dados?	Onde coletar esses dados?	Quando os dados devem ser coletados?	Como coletar os dados?	Porque devemos coletar esses dados?	Quem realizará a coleta de dados?
1	Número de Caixas Danificadas por Turno	Unidade (uni)	Formulário de Ocorrências implementado na linha.	Quando ocorrerem Caixas Danificadas em Linha.	Anotar a quantidade de Caixas Danificadas em Linha por ocorrência, classificando por turno, por etapa do processo e por fornecedor.	Avaliar a Interferência dos turnos nas Ocorrências de Caixas Danificadas.	Colaboradores da Linha com supervisão direta dos Apoios de Processo.
2	Horas Líquidas de Produção	Horas (hrs)	Relatório SAP oficial.	Semanalmente.	Retirando relatório Semanal do SAP.	Acompanhar as quantidades/hora líquida em linha.	Supervisor Do Setor

Fonte: Autoria Própria

A partir dos dados coletados de acordo com o especificado no Quadro 4, uma verificação por amostragem foi feita em linha por 25 semanas nas 24 horas de produção da organização. Durante uma semana completa, um membro da equipe ficou com os esforços exclusivamente direcionados as ocorrências do tema trabalhado. Após essa amostragem, fez-se uma correlação dos dados coletados através da coleta operacional e da coleta do membro, e foi garantido uma confiabilidade de 92,34% dos dados coletados. Assim, os mesmos foram avaliados e os possíveis grupos e subgrupos foram determinados, conforme Figura 3:

Figura 3 - Estratificação do Problema



Fonte: Autoria Própria

Através da estratificação, visto o foco do problema, as três variáveis em questão eram relevantes: turno, fornecedor e etapas do processo. Para que seja possível um maior aprofundamento das variáveis acima, as mesmas foram avaliadas através de Gráficos de Pareto.

3.4.2.1 Estratificação por Turno

A partir da coleta de dados, estratificou-se, no Gráfico 4, as Quantidade de Caixas Danificadas por Horas Líquidas de Produção por turno:

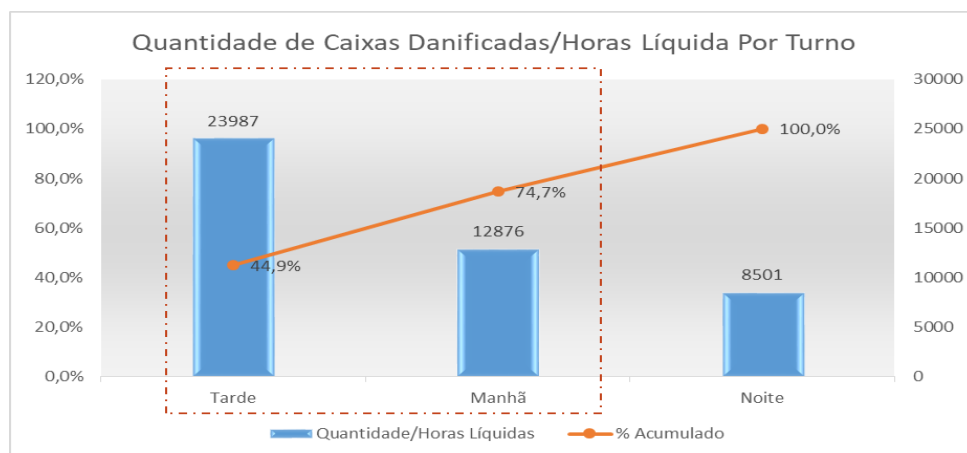


Gráfico 4- Gráfico de Pareto Por Turno

A conclusão permitida pelo Gráfico 4 é que as diferenças entre os turnos são relevantes. Deduz-se que o foco das ocorrências por hora, refere-se aos turnos da tarde e da manhã. Após essa conclusão, foi realizada um segundo estudo baseado no Tempo que os Colaboradores trabalhavam na empresa nas funções que estavam fornecendo dados para o projeto, conforme gráfico 5:



Gráfico 5 - Box Plot de Tempo de Experiência

Os gráficos de *Box Plot* apresentam cinco estatísticas: mínimo, o primeiro quartil, a mediana, o terceiro quartil e o máximo. O maior objetivo é conseguir analisar a distribuição dos dados, onde o centro destes é determinada pela linha mediana. Já no que refere-se a dispersão, esta permite a análise da amplitude evidenciada que permite a conclusão frente à variação existente nos dados. Quanto aos *outliers*, como o próprio nome se refere, define-se como pontos que estão discrepantes da concentração do histórico de dados apresentado.

A partir disso, o Gráfico 5 possui medianas que permitem a simetria dos dados, ou seja, a amplitude de 50% dos mesmos determinados pelo retângulo, evidenciam variações similares frente a proporção até o primeiro e terceiro quartis. Assim, é possível concluir que no turno da noite, os colaboradores possuem uma maior experiência em seus postos de trabalho, possuindo uma mediana aproximada de 150 meses, enquanto que o turno da tarde possui de 15 meses e o da manhã de 36 meses.

Quanto ao primeiro e terceiro quartis, no turno da tarde, os mesmos possuem valores relativamente aproximados, que permite concluir que os dados estão bastante concentrados em uma faixa baixa de valores não discrepantes, evidenciando um baixo período de experiência dos colaboradores envolvidos.

Com relação ao turno da manhã, o Gráfico 5 permite deduzir que existe uma alta semelhança dos dados com o turno da tarde, mesmo que possua uma maior distribuição. E, como anteriormente retratado, os valores evidenciam um baixo período de tempo na empresa. Estudando o turno da noite, pode-se encontrar a influência do tempo de experiência pelo valor mínimo do turno da noite sendo retratado por 80 meses, o que pode-se considerar uma período considerável para influenciar nas experiências e conhecimentos desenvolvidos nos colaboradores.

Em confronto ao evidenciado, nas caudas, também chamadas de *whisquers*, alguns pontos no turno na manhã atingindo um alto período de experiência. Entretanto, tratam-se de dados excepcionais, não sendo possível a elevação da eficácia do turno da manhã.

Após as considerações, o problema foi descrito conforme Tabela 2 utilizando a ferramenta 5W1H para que o mesmo esteja claramente definido:

Tabela 1 - Primeira Causa Raíz

O Que (What)	O que está acontecendo?
	Alta Quantidade de Caixas Danificadas Por Horas Líquidas.
Como (How)	Como o fenômeno está diferente do estado atual?
	Devido a falta de experiência e treinamento dos colaboradores.
Qual (Wich)	Qual padrão você vê no problema?
	Baixo tempo de experiência dos colaboradores do turno.
Quando (When)	Quando o problema ocorreu?
	Desde Junho de 2018
Onde (Where)	Onde especificamente o problema ocorre?
	Na etapa 1 do processo do turno da manhã e da tarde.
Quem (Who)	O problema está relacionado a habilidade do operador?
	Podendo ter relação com a habilidade do operador

Fonte: Autor

Assim, pode-se descrever o fenômeno sendo: Alta quantidade de Caixas danificadas por horas líquidas de produção devido à falta de experiência dos colaboradores, pelo baixo período de tempo que os mesmos se encontram na empresa, desde Junho de 2018, na etapa 1 do processo nos turnos da manhã e da noite, podendo ter relação com a habilidade do operador.

3.4.2.2 Estratificação por Fornecedor

Após esta primeira estratificação, fez-se um estudo frente aos fornecedores de caixas da empresa. Notou-se que o material era fornecido por dois diferentes fornecedores e através do Gráfico 6, avaliou-se a tendência entre os envolvidos:

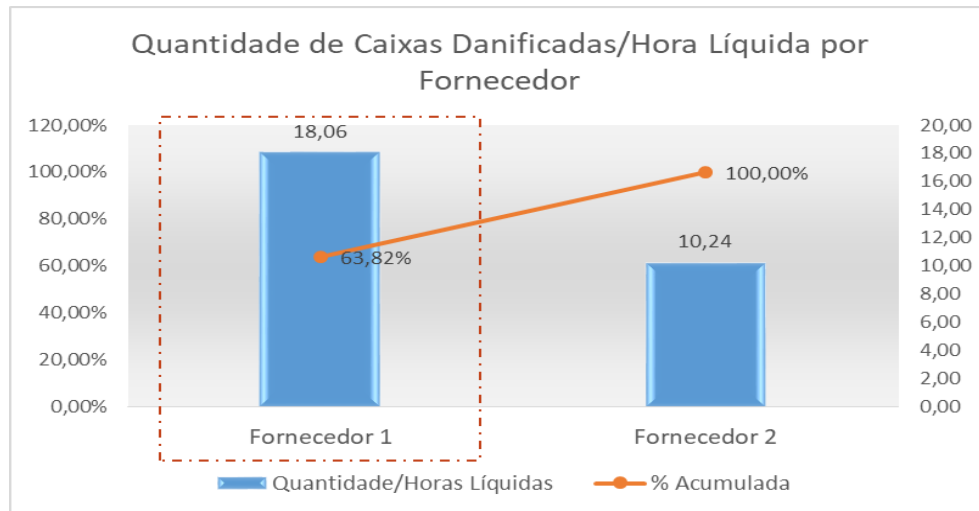


Gráfico 6 - Gráfico de Pareto por Fornecedor

Conclui-se que os materiais recebidos do fornecedor 1 apresenta maior importância frente a ocorrência do defeito estudado. Visto essa evidência, investigações voltadas para o material será direcionada na próxima etapa do projeto. Neste momento, o problema é focado na ferramenta 5W1H, evidenciado na Tabela 3:

Tabela 2 - Segunda Causa Raíz

O Que (What)	O que está acontecendo?
	Alta Quantidade de Caixas Danificadas Por Horas Líquidas.
Como (How)	Como o fenômeno está diferente do estado atual
	Devido ao material de embalagem
Qual (Wich)	Qual padrão você vê no problema?
	Problema focado para materiais vindos do Fornecedor 1.
Quando (When)	Quando o problema ocorreu?
	Desde Junho de 2018
Onde (Where)	Onde especificamente o problema ocorre?
	Na etapa de paletização do processo.
Quem (Who)	O problema está relacionado a habilidade do operador?
	Não havendo relação com a habilidade do operador

Fonte: Autoria própria (2019)

Assim, o fenômeno é descrito como: Alta quantidade de Caixas danificadas por Horas líquidas de produção devido ao material de embalagem do fornecedor 1, desde Junho de 2018, ocorrendo na etapa de paletização, não havendo relação com a habilidade do operador.

3.4.2.3 Estratificação por Etapas do Processo Produtivo

Por fim, o Gráfico 7 mostra a avaliação frente as etapas do processo que possuía o envolvimento das caixas para que fosse encontrada a mais relevante para o trabalho apresentado. Assim, através do Gráfico 7 apresentado, pode-se avaliar:

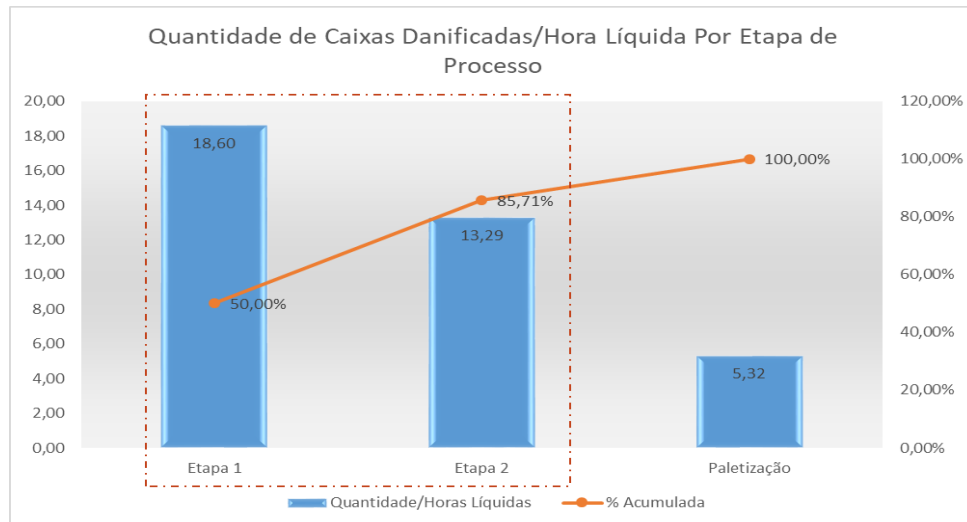


Gráfico 7 - Gráfico de Pareto por Etapa do Processo

Pode-se concluir que as etapas que geram ocorrências de caixas danificadas são as etapas 1 e 2 do processo produtivo. Visto isso, foi feita um maior detalhamento das etapas com relação as fases que as mesmas possuíam, conforme Gráfico 8.

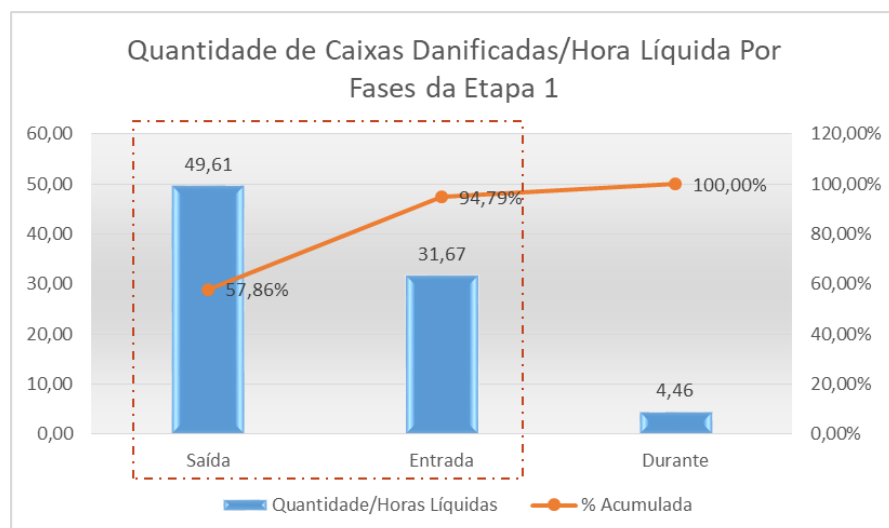


Gráfico 8 - Gráfico de Pareto por Fases da Etapa 1

Na etapa 1, conforme gráfico 8, da cadeia produtiva, encontrou-se uma maior tendência para a Saída e Entrada do processo, o que possibilitou um questionamento

quanto à influência dos operadores, pois eram as fases que os mesmos estavam diretamente envolvidos.

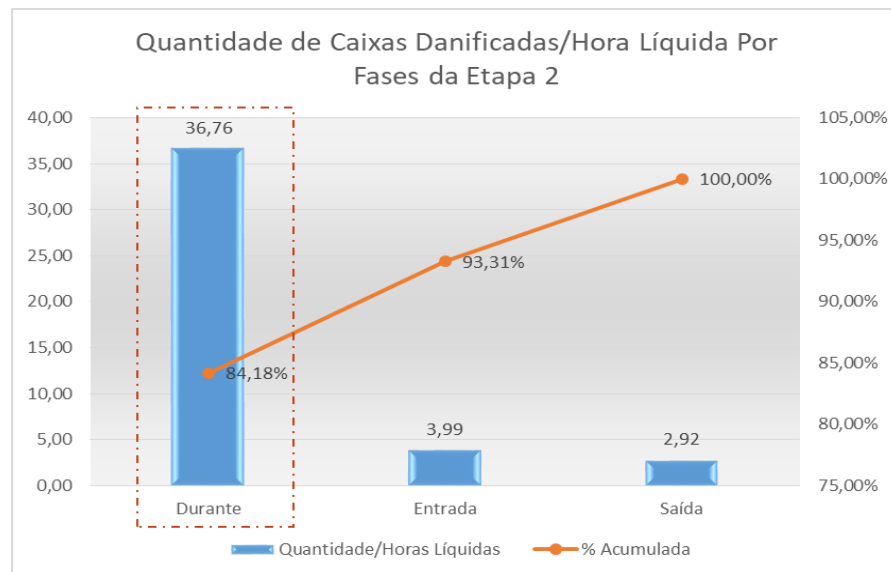


Gráfico 9 - Gráfico de Pareto Por Fases da Etapa 2

Com relação a etapa 2 do processo produtivo, o Gráfico 9 mostra o aprofundamento dos dados que propiciou uma conclusão distinta, pois a fase que se encontrava como destaque dos dados referenciava-se ao desenvolvimento da etapa em si, e não a entrada e saída. Assim, pode-se concluir que na etapa 2, a habilidade do operador não possui correlação com a ocorrência do defeito:

Por fim, mais uma vez, o foco do problema foi definido utilizando a ferramenta 5W1H pela Tabela 4:

Tabela 3 - Terceira Causa Raíz

O Que (What)	O que está acontecendo?
	Alta Quantidade de Caixas Danificadas Por Horas Líquidas.
Como (How)	Como o fenômeno está diferente do estado atual ?
	Devido a etapa 1 e 2 do processo produtivo.
Qual (Wich)	Qual padrão você vê no problema?
	Maior quantidade por hora acontecendo nas etapas 1 e 2.
Quando (When)	Quando o problema ocorreu?
	Desde Junho de 2018
Onde (Where)	Onde especificamente o problema ocorre?
	Na entrada e saída da etapa 1 e durante a etapa 2.
Quem (Who)	O problema está relacionado a habilidade do operador?
	Podendo ter relação com a habilidade do operador apenas na etapa 1.

Fonte: Autoria própria (2019)

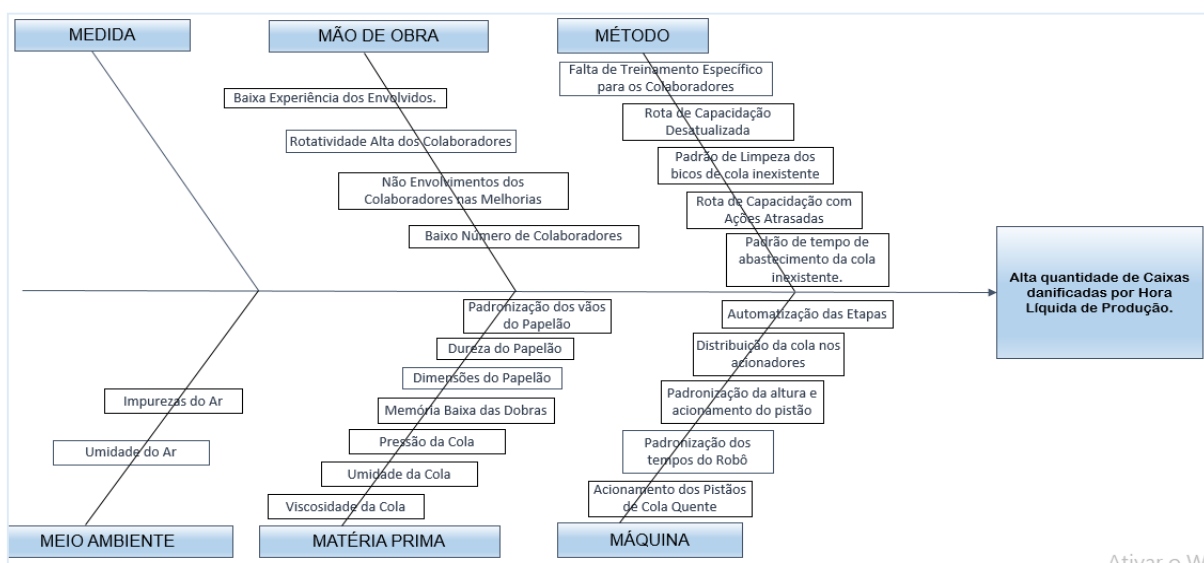
A descrição do fenômeno definiu-se por: Alta quantidade de Caixas Danificadas por Horas Líquidas de produção devido a etapas 1 e 2 do processo produtivo, desde Junho de 2018, especificamente na entrada e saída da etapa 1 e durante a etapa 2, podendo haver relação com a habilidade do operador apenas na etapa 1.

3.4.2 Analisar

Esta fase do projeto tem por objetivo analisar as causas cruciais do problema em questão, propondo ações que estejam direcionadas para a resolução do assunto abordado.

Para um maior direcionamento dos fenômenos descritos anteriormente, foi estruturado na Figura 4, um Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa) decorrente dos conhecimentos desenvolvidos, juntamente com um *brainstorming* com os membros da equipe, para que todas as variáveis do processo fossem estudadas, sendo elas: Máquina, Mão de Obra, Método, Medida, Meio Ambiente e Material.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autoria Própria (2019)

Após a realização do Diagrama, foi realizada avaliações frente a iniciativas consideradas relevantes e não relevantes, evidenciadas nas Tabelas 5. Esta classificação baseou-se na diferenciação das iniciativas que poderiam ser consideradas como oportunidade de mudanças, em confronto daquelas que não seriam aceitas pela gestão da organização.

Tabela 4 - Avaliação das Iniciativas como Relevantes e Não Relevantes

Iniciativas	Classificação		Motivo da Classificação
	Relevantes	Não Relevantes	
Baixa Experiência dos Envolvidos	✓		Conforme evidenciado na etapa Medir (3.4.2.1).
Umidade do Ar		✗	Variação relacionada com fatores climáticos não controláveis.
Falta de Treinamento para os Colaboradores	✓		Pilar de educação e Treinamento com falta de planejamento.
Rotatividade Alta dos Colaboradores		✗	Rotatividade ocorre por desistência ou motivos plausíveis.
Padrão de Limpeza dos bicos de cola Inexistente	✓		Oportunidade de controlar variável sem padrão.
Rota de Capacitação com Ações Atrasadas	✓		Pilar de educação e Treinamento com falta de planejamento.
Rota de Capacitação Desatualizada	✓		Pilar de educação e Treinamento com falta de planejamento.
Baixo Número de Colaboradores		✗	Foco em redução de custos e reverter cultura dos envolvidos.
Padronização dos Vãos do Papelão	✓		Oportunidade de controlar variável sem padrão.
Ausência de Padrão de Abastecimento da Cola	✓		Oportunidade de controlar variável sem padrão.
Impurezas do Ar		✗	Variação relacionada com fatores ambientais não controláveis.
Pressão da Cola	✓		Oportunidade de adaptação das funções da máquina.
Viscosidade da Cola	✓		Oportunidade de adaptação das variáveis do material.
Padronização da Altura e Acionamento do Pistão	✓		Oportunidade de controlar variável sem padrão.
Distribuição da Cola nos Acionadores	✓		Oportunidade de adaptação das funções da máquina.
Padronização dos Tempos da Etapa 2	✓		Oportunidade de controlar variável sem padrão.
Automatização das Etapas	✓		Oportunidade de adaptação dos fluxos do processo.
Acionamento dos pistão de Cola Quente	✓		Oportunidade de adaptação das funções da máquina.
Dureza do papelão	✓		Oportunidade de adaptação das variáveis do material.
Memória Baixa das Dobras da Caixa	✓		Oportunidade de melhoria das variáveis do material.
Não envolvimento dos Colaboradores nas Melhorias		✗	Baixo número de colaboradores interessados.
Umidade da Cola	✓		Oportunidade de adaptação das variáveis do material.
Dimensões do Papelão	✓		Oportunidade de adaptação das variáveis do material.

Fonte: Autoria Própria (2019)

A partir dos pontos considerados relevantes evidenciados na Tabela 4, foi utilizada a Tabela 5 para a ferramenta dos 5 Porquês, sendo esta uma técnica de perguntas e respostas usada para explorar e aprofundar a análise da relação das causa de forma simples e estruturada:

Tabela 5 - Análise dos 5 Porquês para as análises relevantes

1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe falta de treinamento específico para os Colaboradores?	Porque existe falta de planejamento frente a rotatividade?		Desenvolver uma Plano de Desenvolvimento Individual por função para os Colaboradores com acompanhamento do Supervisor de Produção.
Por falta de treinamento específico para os Colaboradores.	Pela falta de planejamento frente a rotatividade.	Porque não existe um plano de Treinamento para os colaboradores quando entram na Empresa.	1	
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe falta de padrão de abastecimento de cola?			Desenvolver uma Padrão de Abastecimento de Cola.
Por falta de padrão de abastecimento de cola.	Porque nenhum padrão foi criado.	2		
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe falta de padrão de limpeza dos bicos de cola?			Desenvolver uma Padrão de Limpeza dos Bicos de Cola.
Por falta de padrão de limpeza dos bicos de cola.	Porque nenhum padrão foi criado.	3		
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe falta de padrão da dureza da caixa?			Desenvolver um estudo que permita restringir a dureza das caixas de papelão dentro do parâmetro aceito.
Por falta de padrão da dureza da caixa.	Porque nenhum padrão foi criado.	4		

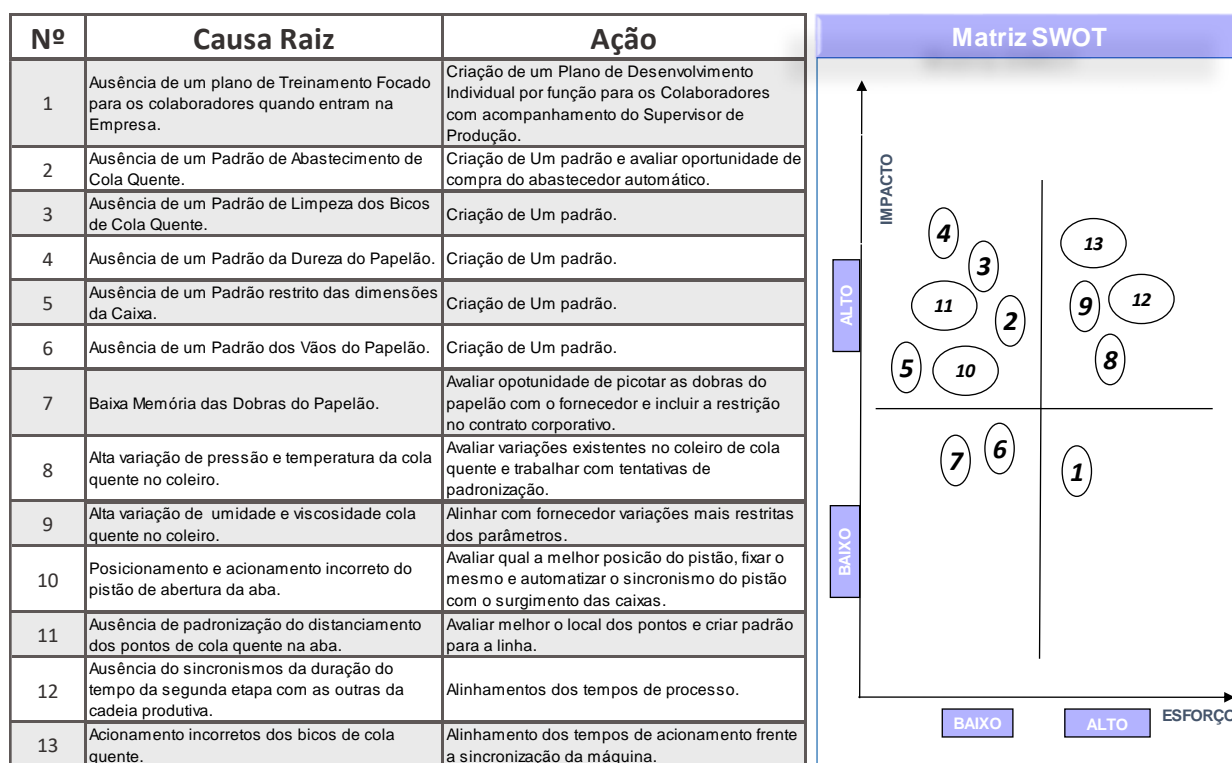
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe uma alta variação das dimensões do papelão?			Desenvolver um estudo que permita restringir mais rigorosamente as dimensões das caixas de papelão.
Por uma alta variação das dimensões do papelão.	Porque o laudo permite uma variação de até 26 mm.			
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe uma ausência de padronização dos vãos do papelão?			Exigir que os fornecedores padronizem os vãos do papelão e descrevam no laudo para um melhor acompanhamento da fábrica.
Por uma ausência de padronização dos vãos do papelão.	Porque não é um parâmetro descrito no laudo.			
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe uma baixa memória das dobras do papelão?			Avaliar oportunidade de picotar as dobras do papelão com o fornecedor e incluir a restrição no contrato corporativo.
Por baixa memória das dobras do papelão.	Porque as abas não são picotadas.			
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe alta ocorrência de caixas mal coladas no processo de colagem?	Porque a cola não está nas condições ideais de colagem?	Porque existe variação na pressão, temperatura e umidade da cola?	Avaliar variações existentes no coleiro de cola quente e trabalhar com tentativas de padronização. Em paralelo, cotar o valor do suporte de abastecimento automático.
Por alta ocorrência de caixas mal coladas no processo de colagem.	Porque a cola não está nas condições ideais de colagem.	Porque existe variação na pressão, temperatura e umidade da cola.	Porque existe variação no coleiro abastecedor de cola quente.	
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque existe alta ocorrência de caixas mal coladas no processo de colagem?	Porque a cola não está nas condições ideais de colagem?	Porque existe variação na pressão, temperatura, viscosidade e umidade da cola?	Avaliar variações existentes no coleiro de cola quente e trabalhar com tentativas de padronização. Em paralelo, cotar o valor do suporte de abastecimento automático.
Por alta ocorrência de caixas mal coladas no processo de colagem.	Porque a cola não está nas condições ideais de colagem.	Porque existe variação na pressão, temperatura, viscosidade e umidade da cola.	Porque existe variação no coleiro abastecedor de cola quente. E porque existe variação do fornecido pelos fornecedores.	Avaliar quais os melhores parâmetros de funcionamento da linha, restringir o range dos parâmetros da cola e alinhar possibilidade com fornecedor.
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Por não existe uma correta utilização do pistão de abertura da aba?	Porque o pistão se encontra na posição e no tempo de acionamento incorreto?		Criar padrão de localização e funcionamento do pistão de abertura da aba.
Por não existe uma correta utilização do pistão de abertura da aba.	Porque o pistão se encontra na posição e no tempo de acionamento incorreto.	Porque não existe padrão.		
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque a distribuição da cola na aba não possui padronização de distanciamento?			Criar padrão de distribuição da cola na aba frente ao distanciamento dos pontos.
Porque a distribuição da cola na aba não possui padronização de distanciamento.	Porque não existe padrão.			
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque a etapa 2 não possui tempo de funcionamento correto?			Adaptar os tempos da etapa 2 com relação aos novos tempos de processo e intertravamento da linha como um todo.
Porque a etapa 2 não possui tempo de funcionamento correto.	Porque recentemente a cadeia de processo passou por algumas alterações de tempo e intensidade.			
1a. Rodada	2a. Rodada	3a. Rodada	4a. Rodada	Ideia de Melhoria
Porque existe uma alta quantidade de caixas danificadas por Hora Líquida de Produção?	Porque o acionamento dos bicos de cola quente não estavam sincronizados corretamente?			Adaptar os tempos de acionamento dos bicos de cola quente frente a sincronização da disponibilidade de caixas.
Porque o acionamento dos bicos de cola quente não estavam sincronizados corretamente.	Porque o acionamento estava planejado por tempo perfeito da máquina e a mesma estava parada.			

3.4.3 Implementar

Nesta fase, utilizou-se o que foi anteriormente analisado detalhadamente e foram estruturadas as Ideias de Melhoria, que possuem característica de macro ações e transformá-las em ações micro, para que facilite o desenvolvimento dos objetivos determinados.

Para isso, inicialmente, foi utilizada a Matriz SWOT que correlaciona o esforço e impacto das ações para um maior direcionamento das prioritárias, conforme figura 5.

Figura 5 - Matriz SWOT



Fonte: Autoria Própria (2019)

A partir desse momento, deve-se estruturar o Plano de ação que servirá como base de acompanhamento de evolução do projeto. Todas as ações contidas no mesmo devem conter responsável específico e prazo de finalização, levando em consideração as prioritárias determinadas pela matriz anteriormente formada, caracterizando-se pelo Alto Impacto com Baixo Esforço.

Através do evidenciado, foram levantadas 13 ações, sendo que 6 encontram-se em alto impacto e baixo esforço, 4 em alto impacto e alto esforço, 2 em baixo

impacto e baixo esforço e 1 em baixo impacto e alto esforço. As mesmas foram estruturadas em um Plano de Ação abordando a ferramenta de 5W1H.

Além disso, foi abordado um questionamento frente a necessidade de abrir Gerenciamentos de Mudanças frente as ações implementadas. Essa prática é utilizada na referida empresa visto que a mesma possui certificações na ISO 9001, que exige um controle assíduo das mudanças que possam acarretar algum tipo de alteração nos diversos setores da fábrica.

Dessa forma, a fase de implementação do projeto abordou as ações descritas na Tabela 6:

Tabela 6 - Plano de Ação

Plano de Ação										
Item	Priorização	GM?	Tipo da Ação?	O que?	Onde?	Quando?	Como?	Por que?	Quem?	Status
1	Q1	Não	Melhoria	Desenvolvimento dos Colaboradores	Todos	03/07/2018	Criação de um Plano de Desenvolvimento Individual (PDI)	A falta de conhecimentos ocasiona o defeito estudado.	Analista de educação e treinamento	Prazo
2	Q1	Não	Melhoria	Melhorar as condições da Máquina	Etapa 1	18/09/2018	Compra de um Abastecedor de Cola Automático	O alto intervalo de abastecimento da cola, impedia que a mesma ficasse nas condições adequadas no tempo hábil de utilização.	Analista de Finanças e Controle	Prazo
3	Q1	Não	Condição Básica	Melhorar as condições da Máquina	Etapa 1	06/08/2019	Criação de um Padrão de Limpeza, Inspeção e Lubrificação adequado dos Bicos de Cola Quente.	Os bicos de cola quente se encontram com uma frequência de entupimento muito alta. Visto isso, tivemos que reduzir o intervalo de limpeza de 1xturno para a cada 4 horas.	Operador de Máquina 3	Prazo
4	Q1	Não	Condição Básica	Melhorar as condições do Material	Material	15/08/2019	Padronização da Dureza do Papelão.	As variações da dureza do papelão proporcionava variações macros na máquina, o que ocasionava uma alta quantidade de caixa mal coladas e, consequentemente, danificadas.	Grupo de Aplicação	Prazo
5	Q1	Não	Condição Básica	Melhorar as condições do Material	Material	15/08/2019	Padronização das Dimensões do Papelão.	A variação das dimensões da caixa variavam de 8 mm. Como melhoria foi otimizada a variação para apenas 3 mm.	Grupo de Aplicação	Prazo
6	Q3	Não	Condição Básica	Melhorar as condições do Material	Material	15/08/2019	Padronização das Vãos do Papelão.	Os vãos do papelão não apresentavam nenhum tipo de padronização, o que influenciava diretamente na memória de dobra da caixa. Foi implementada um vão máximo de 1,5mm por ponto.	Grupo de Aplicação	Prazo
7	Q3	Sim	Melhoria	Alteração do Material através do comprador estratégico e Marketing	Material	12/11/2019	Picotamento das Abas que apresentavam baixa memória no Papelão.	Com a baixa memória das dobras do papelão, a colagem das abas não era eficaz. Com o picote, a memória torna-se duradoura, o que facilita e garante colagem das abas, evitando a danificação das mesmas.	Comprador estratégico e Marketing	Prazo
8	Q2	Não	Condição Básica	Melhorar as condições da Máquina	Máquina	05/09/2019	Padronização da Pressão da Cola no coleiro.	Com a padronização da pressão da cola no coleiro, a mesma terá a vazão correta para que as abas fiquem devidamente coladas.	Assistente Técnico	Prazo
8	Q2	Não	Condição Básica	Melhorar as condições da Máquina	Máquina	05/09/2019	Padronização da Temperatura da Cola no coleiro.	Com a padronização da temperatura da cola no coleiro, a mesma terá a vazão correta para que as abas fiquem devidamente coladas.	Assistente Técnico	Prazo
9	Q2	Não	Condição Básica	Melhorar as condições do Material	Material	15/08/2019	Padronização da Viscosidade da Cola Quente.	Com a padronização da viscosidade da cola no coleiro, a mesma terá a vazão correta para que as abas fiquem devidamente coladas.	Comprador estratégico	Prazo
9	Q2	Não	Condição Básica	Melhorar as condições do Material	Material	15/08/2019	Padronização da umidade da Cola Quente.	Com a padronização da umidade da cola no coleiro, a mesma terá a vazão correta para que as abas fiquem devidamente coladas.	Comprador estratégico	Prazo
10	Q1	Não	Condição Básica	Melhorar as condições da Máquina	Máquina	16/09/2019	Adaptar o local do pistão de abertura da aba da caixa no posicionamento correto.	O Fluxo do processo exige que a abertura das abas seja maior. Visto isso, é necessário o pistão. Entretanto, o mesmo estava localizado no local incorreto, não sendo efetivo.	Mecânico	Prazo
10	Q1	Não	Melhoria	Melhorar as condições do Processo.	Etapa 1	10/09/2019	Sincronizar o acionamento do pistão de abertura da aba com o fluxo das caixas.	O Fluxo do processo exige que a abertura das abas seja maior. Visto isso, é necessário o pistão. Entretanto, o mesmo estava sendo acionado nos tempos incorretos, não sendo efetivo.	Programador	Prazo
11	Q1	Não	Melhoria	Melhorar as condições do Processo.	Etapa 1	05/09/2019	Fazer estudos e adaptar o local dos pontos de cola quente.	Os pontos de cola quente estão nos vãos que as latas não preenchem nas caixas, o que faz com que a aderência não seja eficaz.	Mecânico	Prazo
12	Q2	Não	Melhoria	Melhorar as condições do Processo.	Etapa 2	12/12/2019	Alinhar os tempos dos processos da etapa 1 com a etapa 2.	A etapa 2 acionava-se anteriormente a finalização da etapa 1. Dessa forma, as caixas eram danificadas.	Programador	Prazo
13	Q2	Não	Melhoria	Melhorar as condições do Processo.	Etapa 1	10/09/2019	Sincronizar o disparo da cola quente com o fluxo das caixas.	O disparo dos pontos de cola quente não estavam devidamente com o fluxo das caixas, fazendo com que algumas delas não recebessem cola quente.	Programador	Prazo

Fonte: Autoria Própria (2019)

Além de evidenciar no plano de ação a ferramenta 5W1H, foi abordada um questionamento frente a necessidade de abrir Gerenciamentos de Mudanças (GM) frente as ações implementadas. Essa prática é utilizada na referida empresa visto que a mesma possui certificações na ISO 9001, que exige um controle assíduo das

mudanças que possam acarretar algum tipo de alteração nos diversos setores da fábrica.

3.4.4 Controlar

Seguindo a metodologia, é de responsabilidade do líder do projeto o acompanhamento do resultado, bem como o controle do andamento do plano de ação. Desse modo, o líder apresentou, em reuniões gerenciais mensais, o resultado através do gráfico de acompanhamento, que é exemplificado no Gráfico 10 abaixo.

O objetivo do projeto baseou-se no alcance mensal da meta de redução de 22% da quantidade de caixas danificadas por hora líquida, conforme evidenciado anteriormente.

De acordo com os dados oficiais retirados, a meta do projeto foi atingida à partir de Janeiro de 2019, conforme Gráfico 8, cumprindo o objetivo proposto.

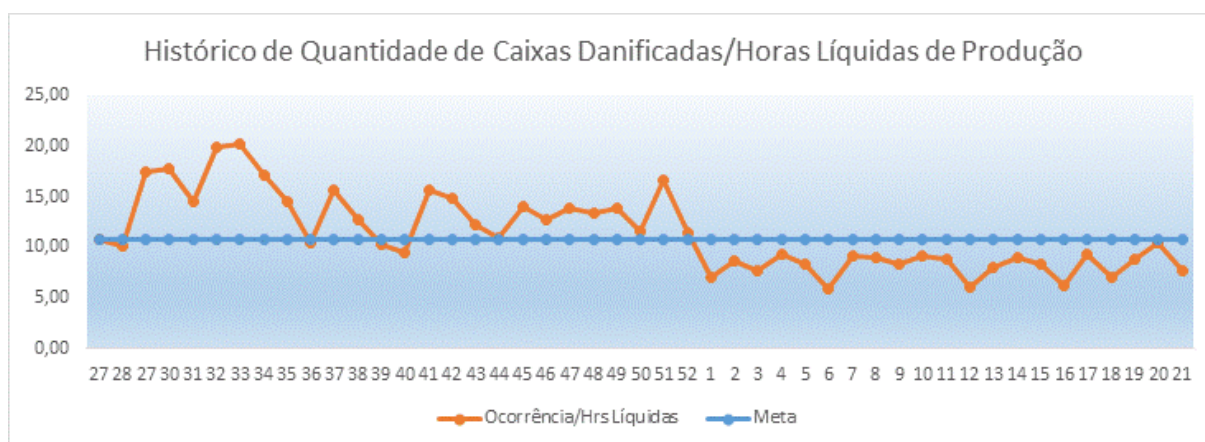


Gráfico 10 - Histórico de Caixas Danificadas das Após o Projeto

Além do indicador principal determinado para supervisão dos retorno do projeto, também foi gerenciado o retorno frente a quantidade de reclamações recebidas dos Brucker por PPM produzido, sendo o segundo principal fator que determinou o início do projeto em questão.

Após a avaliação, foi atingida uma redução neste segundo indicador de 0,3 PPM, passando de um total de 9,1 PPM para 8,9 PPM, conforme evidenciado no gráfico 11.

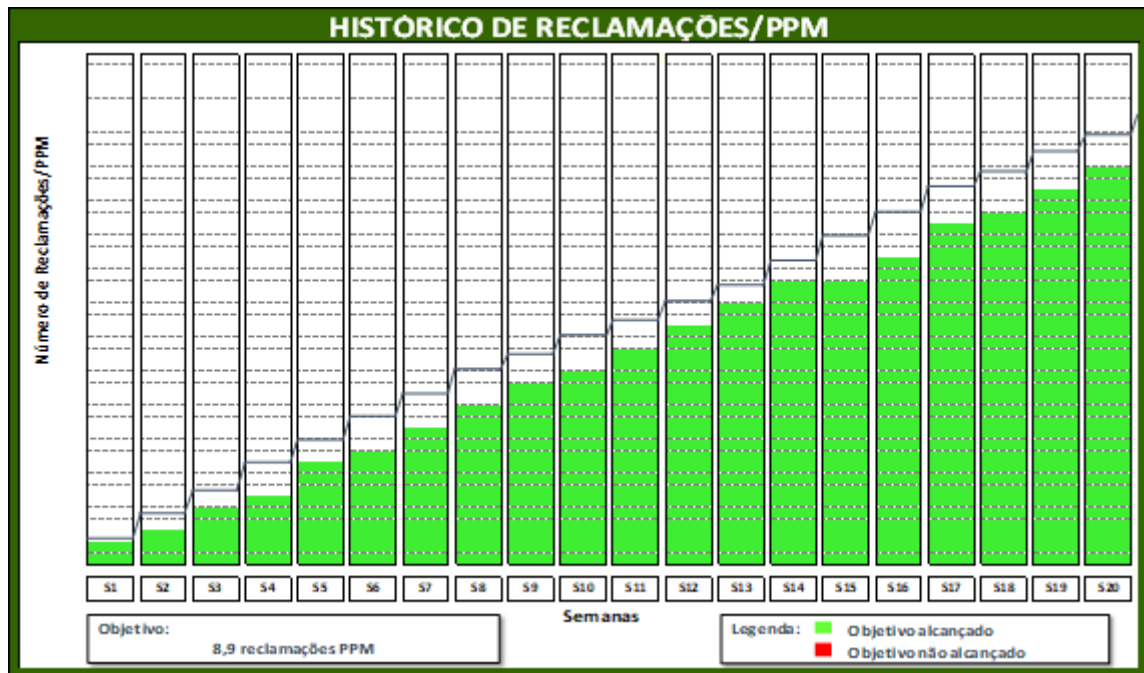


Gráfico 11 - Histórico de Reclamação/PPM Após o Projeto

O projeto teve total influência para ganhos internos voltados para perdas de materiais de embalagem e produtivos; redução das paradas não planejadas, que influenciavam diretamente na efetividade da linha de produção; maior integridade das características do produto perfeito, o que propiciava a intensificação da qualidade do produto e, consequentemente, da satisfação do cliente; e valorização da imagem da empresa, visto que o esperado pelos consumidores e fornecedores estava sendo devidamente apresentado, superando as expectativas esperadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Conclusão do trabalho

A partir dos resultados encontrados conclui-se que o objetivo geral do projeto, de propor melhorias utilizando a ferramenta DMAIC, reduzindo as ocorrências por hora líquida de produção e também o número de reclamações, foi atingido.

Para esse desenvolvimento, foi necessário compreender as necessidades da organização juntamente com as expectativas dos consumidores, mapear os processos envolvidos, os materiais utilizados e os indivíduos diretamente ligados ao tema, para que fosse possível encontrar as causas raízes e levantar ações assertivas que finalizassem o problema em questão.

4.2 Limitações do trabalho

O trabalho levou em conta algumas limitações devido à alta possibilidade de ocorrências imprevisíveis no exterior da organização. Além desta dificuldade, outra encontrada internamente, foi o desempenho do pessoal envolvido, o que dificultou a implementação de certas ações por resistência cultural e certos inconvenientes frente à mudanças e ao desempenho individual, que passou a ser acompanhado de forma mais assídua pelos supervisores dos setores envolvidos.

4.3 Trabalhos futuros

Como ponto de sugestão aos membros da organização, foi proposto para desenvolvimento futuro, levar em consideração a falta de conhecimento dos membros da instituição frente às oportunidades de melhoria voltadas para a utilização da ferramenta DMAIC, podendo assim, propor treinamentos de engrandecimento, o que poderia ocasionar em uma resistência menor quanto às implementações futuras.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, SILVIO. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2012.

ANDRIETTA, João Marcos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **A Importância do Método Seis Sigma na Gestão da Qualidade Analisada sob uma Abordagem Teórica**. Revista Ciência & Tecnologia, Piracicaba, v. 11, n. 20, Jul./Dez. 2002.

ARAÚJO, Fabiano Jardim. **Aplicação dos conceitos do DMAIC como estratégia de otimização de uma farmácia periférica: estudo de caso em um hospital de grande porte**. Artigo Original. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, 2012. Disponível em: Acesso em: 10 ago. 2016.

ARAUJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2006.

CARPINETTI, L.C.R., **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas**, São Paulo, Atlas, 2010.

DUARTE, Douglas dos Reis. **Aplicação da metodologia seis sigma – Modelo DMAIC – Na operação de uma empresa do setor ferroviário**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora, MG, 2011. Disponível em: Acesso em: 20 ago. 2016.

FARAGO, RANDAL. **Proposta de melhoria para o processo DMAIC com integração do AHP: uma aplicação na operação de distribuição física de bebidas'** 24/04/2015 201 f. Doutorado em ADMINISTRAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO/ RIBEIRÃO PRETO, Ribeirão Preto Biblioteca Depositária: Biblioteca central do Campus Ribeirão Preto / USP.

FERNANDES, MARCELO MACHADO. **Análise do processo de Gestão de Portfólio de Projetos Seis Sigma em indústrias brasileiras do setor automotivo'** 01/08/2012 147 f. Doutorado em ENGENHARIA MECÂNICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE EST.PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO/GUARAT., Guaratinguetá Biblioteca Depositária: FEG-UNESP Trabalho Anterior a Plataforma Sucupira.

GIOCONDO, Cesar, Francisco. **Ferramentas básicas da qualidade. Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua.** São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2011. Disponível em: Acesso em: 15 jul. 2016.

GRIMALDI, R. & MANCUSO, J.H. **Qualidade Total.** Folha de SP e Sebrae, 6º e 7º fascículos, 1994.

PERUCHI, ROGERIO SANTANA. **MDMAIC UM ROADMAP SEIS SIGMA MULTIVARIADO'** 28/02/2014 170 f. Doutorado em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, Itajubá Biblioteca Depositária: Biblioteca Mauá – BIM.

REIS, DELMAR ALFREDO FLEMMING DOS. **SEIS SIGMA: UM ESTUDO APLICADO AO SETOR ELETRÔNICO** ' 01/12/2003 126 f. Profissionalizante em ENGENHARIA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, PORTO ALEGRE Biblioteca Depositária: ESCOLA DE ENGENHARIA; KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção - Função Estratégica.** 4ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade fundamentos e práticas para cursos de graduação.** Rio de Janeiro. Editora Brasport, 2010.

MORO, Norberto; AURAS, André. **Introdução a Gestão da Manutenção** – Apostila. Florianópolis: CEFET, 2007.

MOUBRAY, John. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade.** São Paulo: Aladon, 1996.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e serviços.** Curitiba: Unicenp, 2007.

PORTER, Michael. **Estratégia Competitiva.** Rio de Janeiro: Campus, 2005.

RIBEIRO, H. **Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total.** São Paulo: Banas Report. EPSE, 2004.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Seis Sigma**. 2 ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2012.

FORMENTO, Héctor; BRAIDOT, Néstor; CHIODI, Franco. **Equipos de Mejora Contínua, guía de consulta: Tomo 2 - conceptos básicos y metodología para la mejora de procesos**. 1. ed. Los Polvorines: Univ. Nacional de General Sarmiento: Departamento de Publicaciones - UNGS, 2009. 62 p. v. 1.

DE ANDRADE, Gabriela Exupery Virga et al. **Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte**. 2014.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions**. New York: The McGraw-hill Companies, 2003.

DO NASCIMENTO, Francisco Paulo. **“Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos”**. Brasília: Thesaurus, 2016.

LÜDKE, Menga; André, Marli D. A. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1999.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

HAGETTE, Teresa M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. Tradução Mário Nishimura. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 105 p.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2008.